

Aus der Universitäts-Hals-Nasen-Ohren-Klinik Marburg/L.
geschf. Direktor: Prof. Dr. med. O. Kleinsasser

Vergleichende audiometrische Untersuchungen zur Erprobung eines automatischen Audiometers

INAUGURAL-DISSERTATION
zur Erlangung des Doktorgrades
der Zahnheilkunde der Hohen Medizinischen Fakultät
der Philipps-Universität Marburg

vorgelegt von
Gerd Hoffmann
aus Magdeburg

Marburg 1975

Aus der Universitäts-Hals-Nasen-Ohren-Klinik Marburg/L.
geschf. Direktor: Prof. Dr. med. O. Kleinsasser

Vergleichende audiometrische Untersuchungen zur Erprobung eines automatischen Audiometers

INAUGURAL-DISSERTATION
zur Erlangung des Doktorgrades
der Zahnheilkunde der Hohen Medizinischen Fakultät
der Philipps-Universität Marburg

vorgelegt von
Gerd Hoffmann
aus Magdeburg

Marburg 1975



Angenommen von dem Fachbereich Humanmedizin
der Universität Marburg am 26. 9. 1975
gedruckt mit Genehmigung der Fakultät
Dekan: Prof. Dr. H. Oepen
Referent: Prof. Dr. E. Schönhärl
Correferent: Prof. Dr. H. Bernhardt

Meinen Eltern

Inhalt

- I. Einleitung und Problemdarstellung
- II. Literaturübersicht - Pathophysiologie
 - a) Morphologische Befunde und Physiologie
 - b) Entstehung der c^5 -Senke
- III. Methodik
 - a) Audiometer der Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung in Köln
 - b) 5-Kabinen-Audiomobil des Instituts für Lärmbekämpfung in Mainz
 - c) Audiometer Siemens Typ Audiotest G zur Kontrolluntersuchung
- IV. Darstellung der Ergebnisse
 - a) Allgemeines
 - b) Audiometer/Köln
 - c) 5-Kabinen-Audiomobil/Mainz
- V. Diskussion
- VI. Zusammenfassung
- VII. Literaturverzeichnis
- VIII. Anhang



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41552319_0095

I. Einleitung und Problemdarstellung

Unter einer Vielzahl von Möglichkeiten, Schäden am menschlichen Gehörorgan hervorzurufen, nimmt der Lärm eine dominierende Stellung ein.

Den Vorschlägen RÜEDI und FURRERS (35) folgend, bezeichnet man jene durch Lärm - einem Gemisch von Geräuschen mit unregelmäßigen Frequenzabständen - entstandenen Schwerhörigkeiten als akustisches Trauma.

Im Gegensatz zum akuten Trauma, entstanden durch ein sehr lautstarkes Geschehen innerhalb kurzer Zeiträume - Sekunden bis Stunden - wie z.B. als Folge eines Knalls, einer Explosion oder ähnliches, oder auch infolge eines Schädeltraumas, stellt die Lärmschwerhörigkeit die chronische Form einer Schädigung durch "protrahiert wirkende Schallenergie" dar (LEHNHARDT, 26).

Wie die Literatur zeigt, ist man bei der Beurteilung des Lärms in seiner traumatisierenden Wirkung zu keiner eindeutigen Übereinkunft gekommen. Zu differenziert stellen sich die einzelnen Faktoren und unterschiedlichen Lärmquellen, die letztlich zur Lärmschwerhörigkeit führen, dar. In drei Stufen teilt LEHMANN (23) ein:

Stufe I: Die Psyche betreffend (30-65 Phon)

Stufe II: Das Vegetativum betreffend (65-90 Phon)

Stufe III: Auch das Gehör betreffend (mehr als 90 Phon)

Weltweite Uneinigkeit herrscht in der Bemessung der Grenze des zulässigen Lärms. Die internationale Standardisierungsorganisation (ISO) hat zwar eine Menge von Geräuschbewertungskurven angegeben, ungeachtet dessen werden in verschiedenen Ländern wie u.a. Frankreich, den USA und der UdSSR eigene Bemessungsunterlagen zugrundegelegt (Literatur s. LEHNHARDT, 26).

Wie zahlreiche Experimente erwiesen haben, müssen bei der Bewertung des Lärms verschiedene Faktoren berücksichtigt werden. Einfluß auf das Ausmaß der Hörschädigung nehmen vor allem die Charakteristik der Frequenz - je höher desto schlimmer - (RÜEDI und FURRER, MEYER ZUM GOTTESBERGE, 29), die Intensität der Geräusche (BECK, 1, LEHNHARDT, 27) die Expositionszeit (DIEROFF, 10, BECK, 2), sowie die individuelle Lärmempfindlichkeit des einzelnen (SCHUBERT, 37, weit. Literatur s. LEHNHARDT, 26).

Heute gibt es kaum mehr einen Gewerbebezweig, Bauwirtschaft, Landwirtschaft u.ä.m. einbegriffen, in dem nicht die Gefahr einer Gehörschädigung durch Lärm besteht. Durch die häufig in enormem Ausmaß auftretenden Schallintensitäten werden Personen bis in weitem Umkreis von dem Lärm erfaßt. Wie häufig eine berufsbezogene Lärmschwerhörigkeit auftritt, können folgende Angaben nur ahnen lassen. Über zehn Millionen Hörgeschädigte gibt es in den USA, zweihunderttausend Arbeiter in Schweden arbeiten in einem Geräuschpegel von mehr als 80 dB; in Finnland liegt die Zahl entsprechender Betriebe bei über 8000 (COX, 8, FRIBERG, JOHANSSON und KYLIN, 14, ÖDEMAN, 32).

Verständlich erscheinen deshalb die Bemühungen, prophylaktische Maßnahmen zur Verhinderung oder doch zumindest zu einer Minderung der Lärmschwerhörigkeit zu ergreifen, unter anderem über Lärm-Empfindlichkeitstests. DIEROFF (9, 10) unterzog die geläufigen Verfahren einer kritischen Untersuchung und bezeichnete die gemachten Erfahrungen als enttäuschend, da keines jener Verfahren brauchbar erschien.

Nach LEHNHARDT (26) kann somit "nur der Vergleich regelmäßiger audiometrischer Kontrollen auf die Lärmempfindlichkeit oder Lärmresistenz des einzelnen" geeignete Aufschlüsse bringen. Hierbei wird eine Kontrolle speziell innerhalb der ersten zehn Arbeitsjahre betont, weil nach dem zehnten Jahr nur noch eine geringe Zunahme des Hörverlustes zu erwarten ist.

Die vorliegende Arbeit befaßt sich mit dem von der Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung in Köln entwickelten Audiometer, mit dem in Selbstversuchen jeder Proband sein Hörvermögen testen kann. Es soll herausgefunden werden, ob dieses Gerät, welches keinen besonderen personellen Aufwand erfordert, für Standarduntersuchungen auch größeren Umfangs geeignet ist.

Zum Vergleich standen Testergebnisse aus dem vom berufsgenossenschaftlichen Institut für Lärmbekämpfung in Mainz entwickelten 5-Kabinen-Audiomobil sowie eigene Kontrolluntersuchungen mit einem Audiometer Siemens Audiotest-G zur Verfügung.

II. Literaturübersicht

Pathophysiologie

a) Morphologische Befunde und Physiologie

Nach 1950 wurden die älteren Untersuchungen über Lärm-schädigungen des Innenohres von verschiedenen Autoren wieder aufgegriffen.

Nach Arbeiten mit Reizen, die weit über das physiologische Maß hinausgehen, über eine daraus resultierende Deformierung und Quellung führen die histologisch faßbaren Veränderungen zu einem Zerfall der äußeren Haarzellen und der marklosen Nervenfasern (s. Abb. 1). Als erste werden davon die axial gelegenen Reihen, später peripher die äußere Reihe und zuletzt die inneren Haarzellen betroffen (IGARASHI, SCHUKNECHT u. MEYERS, 18). Die früh im Nuel- und Tunnelraum sichtbar werdenden kugeligen Gebilde werden von WERNER (40) - als leichteste Form der Veränderung - als abgetrennte Zellteile, vor allem der Deiters-Zellen ausgelegt. Im weiteren Verlauf verändert sich der Aufbau des Cortischen Organs, die Deiters-Zellen degenerieren, die äußeren und inneren Pfeiler knicken; der Tunnel- und Nuelscher Raum verschwinden. Vom Cortischen Organ bleibt ein flacher Zellhügel übrig; die Belegzellen der Basilarmembran erscheinen verlagert, die Deckmembran bleibt noch lange zu erkennen (LEHNHARDT, 26). Veränderungen an den Ganglienzellen treten später auf.

In Fortführung der Arbeiten NEUBERTS (31) konnte BECK(2) nach Beschallung mit dosierter Reintonbelastung in Impulsform Störungen der Eiweißsynthese und des Nucleoproteinstoffwechsels im Kern der Sinneszellen, der Ganglienzellen und der Stria vascularis nachweisen, wobei für die Veränderung nach der Schallbelastung die Intensität des Reiztones primär entscheidend war, während Frequenz und Beschallungszeit eine sekundäre Rolle spielten.

Abb. 1a

Ausschnittvergrößerung aus dem Ductus Cochlearis mit Cortischem Organ (umzeichnet nach ROHEN)

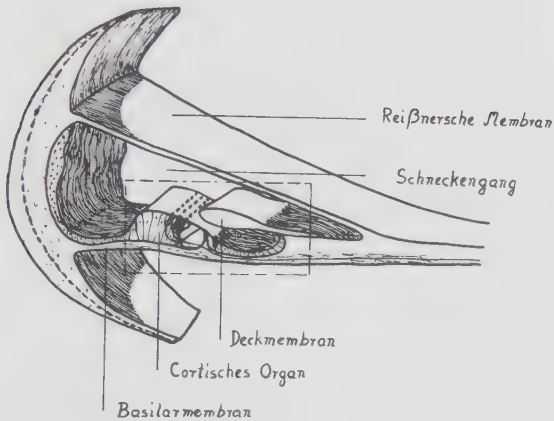
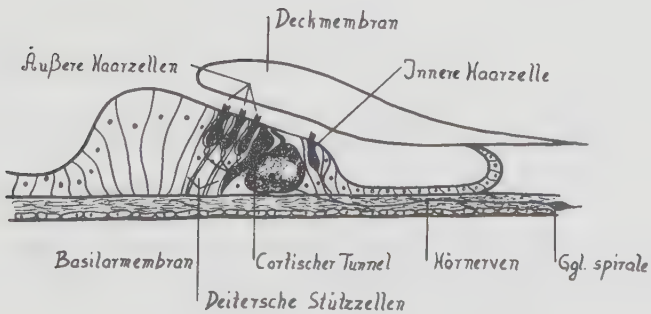


Abb. 1b

Ausschnitt aus 1a, vergrößert dargestellt



Erst wenn die dabei im morphologischen Bild in eindrucksvoller Form auftretenden Schwell- bzw. Schrumpfkern im Sinne einer stärkeren Veränderung beteiligt waren, blieb eine Rückbildung zur Norm aus.

Diese Form der Reaktion des Cortischen Organs als Antwort auf einen Reiz scheint allerdings nicht spezifisch für akustische, sondern auch für andere, die das physiologische Maß überschreiten, wie NEUMANN (30) und NEUBERT (31) nach Streptomycin, BECK (2) auf thermische sowie BECK und BEICKERT (3) auf O_2 -Mangelversuche nachweisen konnten, zu sein.

Parallel mit den Veränderungen der Kerne gehen solche des DNS-Gehaltes (KLYSKENS, 20). Zu einer Störung der Eiweißsynthese führt die auch im Ganglion spirale zuerst am Ribonucleinsäure-Metabolismus einsetzende Schädigung (HAMBERGER, HYDEN, 16, HAMMER, 17).

Über Veränderungen an den Mitochondrien, die als Träger der Oxydationsfermente die unspezifische Energie für die spezifische Funktion der Haarzellen liefert, nämlich die Umwandlung von mechanischer Schallenergie in nervöse Impulse, bis hin zu deren offensichtlicher Auflösung berichtet SPÖNDLIN (38). Er hält diesen Abbau der Mitochondrien zwar noch für physiologisch, glaubt jedoch an einen Übergang zum Pathologischen hin.

Als Ausdruck einer Hypoxydase gelten Störungen des energieliefernden oxydativen Kohlehydratabbaus. Wenn auch die Haarzelle - im Gegensatz zur Stria vascularis - ihren Energiebedarf für kurze Zeit aus anaerober Glycolyse decken kann, glaubt VOSTEEN (39), daß die Anhäufung von Milchsäure hier doch relativ enge Grenzen setzt.

Erkenntnisse über eine Änderung der Blutströmungsgeschwindigkeit im Gefäßnetz der Stria vascularis (PERLMAN u. KIMURA (33) zum Zwecke erhöhter O_2 -Zufuhr scheinen nach Untersuchungen RAUCHS (34) nicht gesichert.

Weiterhin ist anzunehmen, daß der O_2 -Verbrauch des Cortischen Organs während einer Lärmbelastung besonders groß ist. BECK und BEICKERT (3) konnten zeigen, daß die Funktion umso schneller beeinträchtigt ist, je mehr neben der akustischen Belastung die O_2 -Zufuhr gedrosselt ist.

In engem Zusammenhang mit dem Energie- und Eiweißstoffwechsel der Gewebe steht der Elektrolythaushalt der Innenohrflüssigkeiten und Gewebe. Die Funktion der Schnecke und deren Störungen finden ihren Ausdruck im Verhalten der bioelektrischen Potentiale. Diese elektrischen Phänomene - Elektrolytenbewegungen - werden wiederum durch den Energiestoffwechsel, und zwar vorwiegend den oxydativen gesteuert (VOSTEEN, 39).

Das als örtliches Energiereservoir der Sinneszelle wirkende dc-Potential (v.BEKESY, 4) sinkt während langanhaltender Beschallung ab. Der positive Bestandteil dieses Stromes wird von der Stria vascularis gespeist. Beide Potentiale sinken unter Sauerstoffmangel ab (v.BEKESY, 5).

Insgesamt weisen alle obengenannten Faktoren darauf hin, daß die Sinneszelle nicht unter dauernder Einwirkung des Lärms mechanisch zerstört wird (ausgenommen Schalldrucke über 140-150 dB) (ENGSTRÖM u. ADES, 13). Vielmehr beginnt die Schädigung mit einer Erschöpfung des Stoffwechsels innerhalb der Sinneszelle und führt im weiteren Verlauf zu einer Degeneration der Innenohrelemente.

b) c^5 -Senke

Als Charakteristikum bzw. Initialsymptom einer akustischen Schädigung nach Lärmexposition gilt die c^5 -Senke, eine um 4000 Hz liegende Senkenbildung der Hörschwellenkurve.

Seit vielen Jahren hat die Frage, warum sich gerade hier bei " c^5 " die ersten Anzeichen einer Schädigung manifestieren, zu immer neuen Untersuchungen und Theorien Anlaß gegeben.

Einige Autoren gehen in ihren Überlegungen von rein anatomischen Vorstellungen aus. So verweist NEUBERT (31) auf eine umschriebene Einengung der Basalwindung, wobei der Querschnitt auf etwa ein Drittel der normalen Größe schrumpft.

Von geometrischen Ausmessungen der Schnecke geht KRAUS (22) bei seiner Deutung aus. Er findet zwei unterschiedliche Spiralteile: Einen freien und einen gewundenen Teil. Die kurze Übergangsstrecke zwischen diesen beiden Abschnitten bildet "eine maßgebliche Unstetigkeit im Krümmungsverlauf des Schneckenrohres", welche dann wiederum erhebliche Widerstände für Flüssigkeitsströmungen darstellt.

Eigentümlichkeiten in der arteriellen Versorgung des Innenohres bzw. Anastomosen zwischen der A. vestibulo-cochlearis und der A. cochlearis propria (dargestellt an Modellen), sowie Spasmen der A. labyrinthi macht KAWATA (19) für die unverhältnismäßig ungünstigen Versorgungsbedingungen für die Basalwindungen verantwortlich.

Ähnlich argumentieren GUILD u. CROVE (15), indem sie "wegen der besonders dichten Lagerung von Ganglienzellen in dem entsprechenden Teil des Spiralganglions von "kritischen Ernährungsbedingungen" gerade an der Stelle der 4000-Hz-Perzeption sprechen.

Von einem ganz anderen Phänomen gehen RÜEDI u. FURRER (35) aus, indem sie ihr ganzes Augenmerk auf die Strömungsverhältnisse im Innenohr lenken. Bei großen Lautstärken sollen in der Perilymphe beiderseits der Basilarmembran bestimmte Wirbel auftreten, die regelmäßig zur Schneckenspitze gerichtet sind. RÜEDI u. FURRER leiten darüber hinaus aus ihren Versuchen die Existenz eines zweiten - entgegengesetzt drehenden - Wirbelpaares ab, welches ausschließlich oberhalb von 4000 Hz entstehen und fensterwärts drehen soll.

Bei großer Lärmwirkung führt die Wirbelumkehr an der Perzeptionsstelle für 4000 Hz zu "einer gewissen Zugspannung bis zur Zerrung und Verlagerung des Cortischen Organs" und somit zur Ausbildung der typischen c^5 -Senke.

Bestärkt wurden RÜEDI und FURRER in ihrer Ansicht, als eine deutliche c^5 -Senke auch dann noch zu verzeichnen war, wenn während einer Belastung mit einem Breitbandgeräusch die Frequenzen 3000-6000 Hz herausgenommen waren.

LEHNHARDT (24, 26, 27) geht der Frage nach, in welchem Maß die Empfindlichkeitskurve des Gesamtohres von zusätzlicher Bedeutung für eine Erklärung über die Entstehung der c^5 -Senke sein könnte.

Schon aus dem von MEYER ZUM GOTTESBERGE (28) formulierten "Gesetz der oberen Grenzfrequenz" kann abgeleitet werden, daß nach Belastung mit Schmalbandgeräuschen das Maximum der Schwellenabwanderung immer eine halbe Oktave oberhalb der oberen Grenzfrequenz liegt (z.B. bei 3000 Hz liegt das Senkenmaximum bei ca. 4000 Hz). Im klassischen RÜEDI-FURRERschen Versuch, in dem die Frequenzen 3000-6000 Hz fehlen, konnte nach LEHNHARDT (24) auch ohne den Hochfrequenzteil von 6000-10 000 Hz das Entstehen der c^5 -Senke allein mit dem 200-3000-Hz-Anteil, also den 3000 Hz als obere Grenzfrequenz, erklärt werden.

In ergänzenden Versuchen wurde die Frequenzlücke im Belastungsgeräusch nach unten hin zunehmend erweitert. Je mehr die Frequenz von 4000 Hz nach 1000 Hz hin herausgefiltert ist, umso weniger deutlich liegt die Senke bei 4000 Hz. Ist der ganze Bereich der größten Ohrempfindlichkeit (von der audiometrischen absoluten Hörschwelle als annäherndes Plateau zwischen 1000 und 4000 Hz mit einem weniger steilen Abfall zu den tiefen und einem steilen Abfall zu den hohen Tönen bekannt) herausgefiltert, dann kommt eine c^5 -Senke gar nicht mehr zustande.

LEHNHARDT schließt daraus, daß die Empfindlichkeitskurve des Ohres ursächlich an der Entstehung beteiligt sein muß, und zwar kann sie nur dort wirksam werden, wo seitens des Ohres eine entsprechend empfindliche Reizverarbeitung erfolgt (MEYER ZUM GOTTESBERGE, 29).

Die Beteiligung der Empfindlichkeitskurve wird von LEHNHARDT (26) anhand einer graphischen Darstellung, in der er in diese Hörschwelle mehrere Schwellenabwanderungsenken (TTS - temporary threshold shift) einzeichnet, dargestellt.

Die c^5 -Senke leitet sich also aus der Empfindlichkeitskurve des Ohres her und ist Ausdruck dessen, daß hier im Bereich der 4000-Hz-Perzeption auf der Basilarmembran ein Maximum an Energie wirksam wird; zumindestens solange ein Geräusch einwirkt, das einem weißen Rauschen ähnelt. Da Rauschen ein Geräusch statistisch gleichmäßig verteilter Einzeltöne ist, kann obengenanntes Schema auf die Energieverteilung angewendet werden (LEHNHARDT, 26).

Nicht immer liegt die c^5 -Senke genau bei 4000 Hz. Innerhalb enger Grenzen kann sie nach der einen oder anderen Seite verschoben sein. Tatsächlich liegen bei Arbeitern in der Metallindustrie in ca. 13 % alle Hochtensenken bei 6000 Hz, bei 9 % sogar bei 7000 Hz (VAN DISHOECK, 12).

Das Mittelohr kann ebenfalls zu einer Verlagerung der c^5 -Senke führen, z.B. über die Funktionsstörungen der Mittelohrmuskeln. Denkbar ist ebenfalls, daß die selektive Zuwendung eines Ohres, wobei der Kopf als Schallschatten wirkt, zu einer verschiedenen Ausbildung der c^5 -Senke an beiden Ohren führen kann (LEHNHARDT, 24).

III. Methodik

a) Gerät I

Gerätebeschreibung des von der Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung in Köln entwickelten Audiometers.

Auf einem handelsüblichen Fernsehständer ist der automatische Audiometer montiert. Ein zusätzlicher Tisch oder Gestell ist nicht erforderlich.

Der Tongenerator einschließlich der elektromechanischen Steuerung befindet sich in einem Schaltpultgehäuse mit der Bodenabmessung von 400 x 250 mm, wobei die hintere Höhe 220 mm und die vordere Höhe 90 mm beträgt. An der linken Seite befindet sich eine Haltevorrichtung, die als Ablage für die Kopfhörer dient (s. Abb. 2).

Funktionsweise: Nach dem Aufsetzen der Kopfhörer (der blaue muß sich auf dem linken Ohr befinden) hat der Proband die Starttaste zu drücken. Hierauf ertönen automatisch in unterschiedlicher Reihenfolge entweder im linken oder rechten Ohr Töne in den Frequenzen 500, 1000, 2000, 4000 und 6000 Hz. Der Proband hat die wahrgenommenen Töne anzuzeigen, indem er entweder die linke oder die rechte Drucktaste betätigt. Die automatische Steuerung arbeitet dabei wie ein Computer, denn sie vergleicht die eingegebenen Druckimpulse auf ihre Richtigkeit und speichert sie bis Testende. Wurden alle Töne richtig erkannt, leuchten sowohl für das linke als auch für das rechte Ohr jeweils 5 Lämpchen auf. Nicht wahrgenommene Frequenzöne links oder rechts sind bei Testende ersichtlich, indem das hierzugehörnde Lämpchen nicht aufleuchtet.

Da der Umgebungslärm nach dem jeweiligen Standort des Audiometers unterschiedlich sein kann, ist es erforderlich, die Lautstärke entsprechend den Frequenzen anzupassen. Hierfür befinden sich an der Hinterseite des Gerätes Intensitätsschaltstufen, mit deren Hilfe man den Schalldruck zwischen 40 und 60 dB vorwählen kann.

Mittels Testkarten (s. Abb. 3), die über die Lämpchen gelegt werden können, kann der Proband die Lämpchen, die nicht aufgeleuchtet haben, markieren.

Auf dem Beleg, als auch auf dem automatischen Audiometer wird geraten, daß bei Ausfall von mehr als zwei Lämpchen pro Ohr ein Ohrenarzt zu konsultieren ist.

Die Zeit von Drücken der Starttaste bis zum Aufleuchten der Ergebnislämpchen beträgt ungefähr 35 Sekunden.

Setzt man bei Reihenuntersuchungen für Nebentätigkeiten nochmals die gleiche Zeit ein, so könnten im günstigsten Fall in einer Stunde ca. 50-55 Selbsttestungen vorgenommen werden.

Abb. 2

Audiomatisches Audiometer
entwickelt von der Bundes-
zentrale für gesundheit-
liche Aufklärung



Abb. 3

Testkarte zum automatischen
Audiometer, auf der angezeigt
werden kann, welche Lämpchen
nicht aufgeleuchtet haben.

Seidel Franz Ang.
HÖRTEST
Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung KÖLN

Linkes Ohr	Hz	Rechtes Ohr
☐	500	☐
☐	1000	☐
☐	2000	☐
☐	4000	☐
☐	6000	☐

Nicht aufgeleuchtete Lampen ANKREUZEN
TESTERGEBNIS
WURDEN MEHR ALS 2 LAMPEN PRO FELD
ANGEKREUZT, WIRD GERATEN EINEN
OHRENARZT AUFZUSUCHEN.

III b) Gerät II

Beschreibung des vom berufsgenossenschaftlichen Institut für Lärmbekämpfung (IfL) in Mainz eingerichteten 5-Kabinen-Audiomobils.

Das 5-Kabinen-Audiomobil (s. Abb4) kommt als Modellfall für den Vorsorgeuntersuchungsdienst zur Gehörüberwachung zum Einsatz. 5 Personen werden in einem 3-phasigen Untersuchungsablauf gleichzeitig abgefertigt, wobei es sich lediglich um einen Überwachungssiebstest, nicht aber um Einstellungsuntersuchungen oder eingehende ärztliche Untersuchungen handelt. Die Aufgabe des Audiomobils soll auf der anderen Seite aber auch nicht nur eine Auslese schlechthin treffen, sondern den Verlauf der Hörschwelle exakt ermitteln.

Am Anfang jeder Gehörvorsorgeuntersuchung steht eine betriebliche Lärmanalyse. Dann werden Gruppen von je 5 Lärmarbeitern in Abständen von ca. 10 Minuten zum Audiomobil beordert. Jedem Probanden wurde früher ein Merkblatt zugestellt, welches über den Sinn und den Ablauf des Hörtests unterrichtet (außer in Deutsch in den Landessprachen Italienisch, Griechisch, Türkisch, Serbo-kroatisch und Spanisch). Es wird speziell darauf hingewiesen, daß jeder Arbeiter sein Gehör 14 Stunden vor der Prüfung gewissenhaft vor Lärmeinwirkung von über 80 dB zu bewahren hat, da sonst ein verschlechtertes Prüfergebnis zu erwarten ist.

Die 5 Lärmarbeiter betreten gleichzeitig das Audiomobil. In einem Befragungsraum werden 9 vorwiegend anamnestische Fragen erhoben (für Gastarbeiter ist gegebenenfalls ein Dolmetscher zu stellen).

Anschließend wird im Mittelteil des Audiomobils eine Ton-Bild-Schau vorgeführt. Die Probanden werden hier nochmals genau über Methodik und Ablauf der Hörprüfung unterrichtet (über Kopfhörer in 6 Landessprachen zu verfolgen).

Die 5 Probanden nehmen nun in 5 Einzelkabinen Platz. Ein Audiometrietechiker überprüft den seitenrichtigen Sitz der Kopfhörer und schaltet anschließend alle 5 Audiometer gleichzeitig ein.

Zunächst wird ein 500-Hz-Prüftton gegeben, und zwar anfangs unhörbar. In kleinen Schritten wird dann die Tonverstärkung vorgenommen, um die Auffindung des Hörschwellenwertes zu erleichtern.

Der Proband betätigt eine Signaltaste, sobald er den Prüftton gerade wahrnimmt. Er löst damit einen Steuerimpuls aus, der die Tonverstärkung zurücknimmt. Der Ton wird ständig leiser, solange die Taste gedrückt bleibt, bis er unhörbar wird. Wird die Taste freigegeben, wird die Lautstärke wieder erhöht. Dieser Vorgang wiederholt sich mehrmals, bis nach 30 Sekunden automatisch auf die nächste Prüffrequenz umgeschaltet wird.

Neben der Tonstärke wird mit dem Drücken der Signaltaste ein Schreibmechanismus geregelt und damit ein Audiogramm (s. Abb. 5), welches sich durch seinen oszillierenden Kurvenverlauf von den herkömmlichen unterscheidet. Der Abstand beider Grenzen, welche den über- und unter-schwelligen Bereich kennzeichnen, wird durch die Reaktion des Probanden bestimmt.

Der zu suchende Hörschwellenwert wird später per Hand in das Audiogramm eingezeichnet.

Die Audiometrie selbst nimmt für die 7 Prüffrequenzen ca. 7 Minuten in Anspruch, der Aufenthalt des Probanden im Audiomobil kann mit ca. 25-30 Minuten angesetzt werden.

Die erhobenen Siebttestbefunde werden anschließend in die berufsgenossenschaftliche EDV-Anlage eingegeben. Der Computer wertet die Ergebnisse aus. Sie lauten:

"Befund normal bzw. unerheblich" oder

"Befund auffällig".

Unter Zuhilfenahme der anamnestischen Unterlagen entscheidet dann ein Arzt, ob der jeweilige Proband einer fachärztlichen Untersuchung zugeführt wird, die dann wiederum definitiv entscheidet, ob der Arbeiter "geeignet, bedingt geeignet, befristet nicht geeignet oder nicht geeignet" für eine Arbeit im Lärm ist.

Abb. 4

5-Kabinen-Audiomobil, eingerichtet von dem berufsgenossenschaftlichen Institut für Lärmbekämpfung (IfL) in Mainz

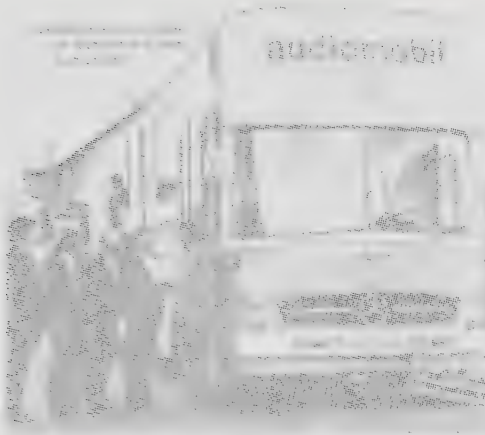
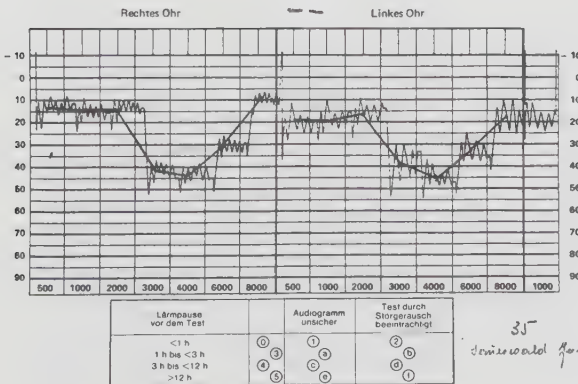


Abb. 5

Audiogramm mit dem typischen oszillierenden Kurvenverlauf



Unters. Stelle/Untersucher: OB/...

Tag der Hörprüfung:

Audiometer typ:

54

31. 7. 73

IV. Ergebnisse

I,

Der vorliegenden Arbeit wurden die audiometrischen Untersuchungen an 417 Lärmarbeitern in zwei Eisengießereibetrieben zugrundegelegt. Von diesen 417 Arbeitnehmern wurden 152 mit dem von der Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung entwickelten Audiometer untersucht. Zum Vergleich dazu konnten wir die Ergebnisse von 265 bis auf wenige Ausnahmen anderer Probanden heranziehen, die in dem vom berufsgenossenschaftlichen Institut für Lärmbekämpfung eingerichteten 5-Kabinen-Audiomobil getestet worden waren. Von den 417 Reihenuntersuchten waren 234 deutscher Nationalität, während 153 Ausländer waren. (Gastarbeiter aus der Türkei, Griechenland, Jugoslawien und Spanien). Das Alter lag zwischen 27 und 64 Jahren. Bis auf drei Ausnahmen waren sämtliche Untersuchte männlichen Geschlechts.

Um Aufschluß über die Effektivität der oben angeführten Untersuchungsmethode zu erhalten, wurden Vergleichs- bzw. Kontrolluntersuchungen mit einem Audiometer Typ Siemens Audiotest G durchgeführt.

Dazu wurden von den vorliegenden Hörtestkarten bzw. Audiogrammen diejenigen herausgesucht, die eine c^5 -Senke erkennen ließen und somit den begründeten Verdacht auf eine beginnende bzw. bereits vorhandene Lärmschwerhörigkeit hervorrufen konnten. Diese wurden von jenen getrennt, die entweder unauffällig oder unbrauchbar waren, weil der Proband entweder den technischen Ablauf des Hörtests offensichtlich nicht vollständig verstanden hatte oder andere, nicht erfaßbare Fakten zu ungenügenden Angaben geführt hatten (s. auch Abb. 8 u. 9).

Das Auseinanderdividieren der gelben Lochkarten stellte keinerlei Problem oder besonderen Zeit- und Arbeitsaufwand

dar, da man sich leicht an den angekreuzten Kästchen orientieren konnte.

Mehr Aufwand verlangte dagegen das Auswerten der Audiogramme aus dem 5-Kabine-Audiomobil, weil die oszillierend verlaufenden Kurven für die jeweilige Prüffrequenz gemittelt werden mußten und somit erst dann deutlich ablesbar wurden.

Die bei der Reihenuntersuchung mit dem Verdacht auf eine Lärmschwerhörigkeit, also mit einer auffälligen c⁵-Senke ermittelten Lärmarbeiter, wurden zu einer Kontrolluntersuchung aufgefordert. Diese Untersuchung fand auf dem jeweiligen Werksgelände während der normalen Arbeitszeit statt.

Jeder Arbeitnehmer wurde zunächst nach seinem Alter, dem jetzigen Arbeitsplatz und der Dauer seiner Lärmerposition befragt.

Anschließend wurden Gehörgänge und Trommelfelle otoskopiert und häufig Cerumen entfernt. Unmittelbar an die knappe Anamnese und die Ohrspiegelung schloß sich die audiometrische Untersuchung an. Dabei mußte mit einem zum Betrieb gehörenden Raum, der zwar nicht schallgedämmt war, jedoch einen relativ geringen Schallpegel aufwies, vorliebgenommen werden.

Untersucht wurde mit einem Audiometer Typ Siemens Audiotest G, und zwar Luft- und Knochenleitung. Dem jeweiligen Probanden wurde der Vorgang des Hörtests erklärt und zur Demonstration ein Ton mittlerer Frequenz probeweise zugeleitet. Der Proband wurde angewiesen, durch Heben der Hand bzw. ein akustisches Signal anzuzeigen, wenn er den Ton eben gerade hörte.

Die Messung der Hörschwellenwerte erfolgte für beide Ohren getrennt, zunächst mit dem 1000-Hz-Ton und dann in der Folge 0,5, 2, 3, 4, 6 und 8 kHz. Dabei gingen wir so vor, daß die Lautstärke langsam erhöht wurde, bis die

Reaktion des Probanden erfolgte. Durch mehrfache Wiederholung dieses Vorgangs wurde die jeweilige Hörschwelle genau ermittelt. Die gefundenen Werte wurden in ein Audiogrammformular eingetragen (s. Abb. 7).

Etwaige Fehler in den Messungen sind nicht auszuschließen, da Außengeräusche, z.B. von einer Betriebsbahn herrührend, das exakte Ermitteln der jeweiligen Hörschwellenwerte behindern konnten. Als Sicherheitsgrenze für den zulässigen Lärmpegel sollten nach BRANDES (40) 55 dB angenommen werden. Zwischen 55 und 60 dB werden erste Störeffekte evident, oberhalb 60 dB nehmen diese rapide zu. Nur unterhalb des 55-dB-Wertes kann mit einer störungsfreien audiometrischen Prüfung gerechnet werden.

Neben den durch Störschall bedingten Fehlern führen häufig die mangelnde Bereitschaft der einzelnen Probanden zur Mitarbeit, aber auch von der Intelligenz her eingehende Faktoren zu möglichen Meßungenauigkeiten.

Solche Fehler können aber jeder audiometrischen Untersuchung anhaften und wurden bei der späteren Auswertung nicht gesondert bewertet.

IV. Darstellung der Ergebnisse

II. Audiometer der Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung

Mit dem von der Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung entwickelten Audiometer hatten sich 152 Lärm-arbeiter (Aufschlüsselung Gießerei I - Gießerei II s. Anhang) selbst getestet. Von diesen 152 Untersuchten waren 21 = 13,8 % Ausländer und 131 = 86,2 % deutscher Nationalität.

In der Vorauslese wurden von den 152 Testkarten 62 = 40,8% ausgesondert, von denen 49 = 79 % unauffällig waren, d.h. mit nur einem oder gar keinem Kreuz versehen waren, während 13 = 21 % Testkarten zeigten, daß der jeweilige Proband entweder das Gerät nicht richtig bedient hatte oder durch andere Einflüsse von einer korrekten Angabe des Testergebnisses abgehalten wurde (s. Abb. 10). Von diesen zuletzt aufgeführten 13 waren 5 = 38,5 % Ausländer und 8 = 61,5 % deutsche Arbeitnehmer.

Zur Kontrolluntersuchung wurden somit insgesamt 90 von 152 Personen = 59,2 % bestellt. Zwischen der Reihenuntersuchung und der Nachkontrolle lag etwa ein Jahr. Daher fehlten durch Entlassungen - spez. durch die große Fluktuation der ausländischen Arbeiter - aber auch wegen Krankheit und Urlaub 23 der 90 Bestellten = 25,6 %. Wir konnten also insgesamt 67 der 90 Probanden = 74,5 % einer Nachuntersuchung zuführen, das entspricht 44 % der 152 insgesamt getesteten.

Abb. 8

Übersichtstabelle, Aufschlüsselung der Testkarten

Unauffällige	49	62 Vorausgesondert
Gerät falsch bedient	Deutsche 8	
	Ausländer 5	
Urlaub, krank, entlassen	23	90 Zur Kontrolle bestellt
Auffällige	67	
Summe total	152	

Bei zwei Probanden = 3 % konnte der Verdacht auf eine Lärmschwerhörigkeit nicht audiometrisch bestätigt werden, obwohl auf den Lochkarten die Felder bei 4000 bzw. 6000 Hz angekreuzt waren. Bei den restlichen 65 Kontrolluntersuchungen konnten wir eine Übereinstimmung der Angaben auf den Lochkarten und den angefertigten Audiogrammen feststellen. Bei aller Zurückhaltung in der Deutung der Karten, die ja keinen Kurvenverlauf bzw. einen genau gemessenen Hörschwellenwert angeben, möchten wir die festgestellten Übereinstimmungen in drei Untergruppen unterteilen, und zwar in:

- a) der Verdacht auf eine Lärmschwerhörigkeit, also das Auftreten einer c^5 -Senke konnte bestätigt werden, obwohl auf der Testkarte keine exakt daraufhindeutenden Angaben gemacht wurden. So lagen die Kreuze nicht immer exakt bei 4000 bzw. 6000 Hz, manchmal auf einer Seite bei 2000 und 4000 Hz und auf der anderen Seite bei 4000 und 6000 Hz; oder auch nur einseitig bei 4000 und 6000 Hz u.a. mehr, weil möglicherweise das Gerät nicht richtig bedient werden konnte oder andere Fehlerquellen zugrunde liegen.
- b) eine gute Übereinstimmung, wobei z.B. nur bei jeweils 4000 Hz markiert wurde, obwohl die audiometrisch ermittelte Kurve eine ausgeprägtere Senke ermittelte.
- c) eine völlige Übereinstimmung zwischen den audiometrisch ermittelten Hörschwellenwerten und den Markierungskreuzen (s. Abb. 11a, b).

Der Verdacht auf eine Lärmschwerhörigkeit wie unter a) bestätigte sich in 17 von 67 Fällen = 25 %. Von einer guten Übereinstimmung wie unter b) konnten wir in 19 = 28 % und von einer völligen Übereinstimmung wie unter c) in 29 = 47 % der Fälle sprechen.

Somit konnte bei 65 von 67 = 97 % der zur Nachuntersuchung einbestellten Arbeitern der Verdacht auf eine Lärmschwerhörigkeit, die ihren Ausdruck in der Ausbildung einer c^5 -Senke hat, bestätigt werden.

Abb. 9

Übersichtstabelle

Gegenüberstellung der audiometrisch ermittelten Hörschwellenwerte mit den auf den Lochkarten angekreuzten Frequenzen

Verdacht auf c⁵-Senke nicht bestätigt, obwohl exakte Angaben auf der Karte 2 = 3 %

Verdacht auf c⁵-Senke bestätigt, obwohl Gerät nicht richtig bedient 17 = 25 %

Gute Übereinstimmung 19 = 28 %

Völlige Übereinstimmung 29 = 44 %

Summe total 67

Klingelton 1775

HÖRTEST

Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung KÖLN

Linkes Ohr Hz Rechtes Ohr

☒ 500 ☒

☐ 1000 ☐

☐ 2000 ☒

☒ 4000 ☐

☐ 6000 ☒

Abb. 10

Eine für die Auswertung unbrauchbare Karte

Nicht aufgeleuchtete Lampen ANKREUZEN
TESTERGEBNIS

WURDEN MEHR ALS 2 LAMPEN PRO FELD
ANGEKREUZT, WIRD GERATEN EINEN
OHRENARZT AUFZUSUCHEN.

Abb. 11a

Testkarte mit Markierungen
bei 4000 und 6000 Hz beidseits

Brühl Willi

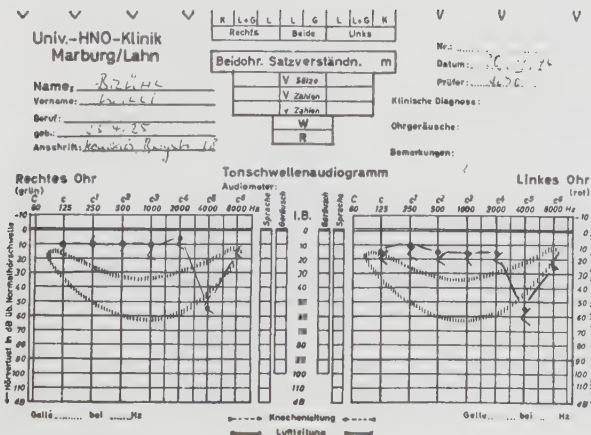
HÖRTEST Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung KÖLN

Linkes Ohr	Hz	Rechtes Ohr
☐	500	☐
☐	1000	☐
☐	2000	☐
☒	4000	☒
☒	6000	☒

Nicht aufgeleuchtete Lampen ANKREUZEN
TESTERGEBNIS
WURDEN MEHR ALS 2 LAMPEN PRO FELD
ANGEKREUZT, WIRD GERATEN EINEN
OHRENARZT AUFZUSUCHEN.

Abb. 11b

Kontrollaudiogramm,
zugehörig der Karte
aus Abb. 11a



IV. Darstellung der Ergebnisse

III. 5-Kabinen-Audiomobil

In dem vom berufsgenossenschaftlichen Institut für Lärmbekämpfung in Mainz entwickelten 5-Kabinen-Audiomobil sind insgesamt 265 Lärmarbeiter aus den beiden Eisengießereibetrieben untersucht worden (Tabellen s. Anhang). Von diesen 265 waren 164 = 62 % Ausländer und 101 = 38 % deutscher Nationalität. Aus der Gesamtheit der 265 vorliegenden Audiogramme wurden in der Sichtung 180 = 68 % Karten aussortiert. Von den 180 erschienen 96 = 53 % unauffällig, während bei 84 = 47 % der Eindruck erweckt wurde, daß die Probanden trotz zweifacher Einweisung das Gerät nicht richtig bedienen konnten (s. Abb. 12). Von diesen 84 nicht verwertbaren Audiogrammen waren 15 = 18 % von Deutschen und 69 = 82 % von ausländischen Arbeitnehmern abgegeben worden.

Zur Kontrolluntersuchung wurden also 85 Personen bestellt. Auch diesmal lag zwischen der Reihenuntersuchung und der Kontrolle ca. ein Jahr, so daß wiederum eine größere Anzahl Arbeiter entlassen worden war, aber auch mehrere krank waren oder sich im Urlaub befanden. Zur Nachuntersuchung standen aus diesem Probandenkreis noch 62 der 265 Personen = 23,5 % zur Verfügung.

Abb. 12

Übersichtstabelle, Aufschlüsselung der Audiogramme aus dem 5-Kabinen-Audiomobil

Unauffällige		96	180 Vorausgesondert
Gerät falsch bedient	Deutsche	15	
	Ausländer	69	
Urlaub, krank, entlassen		23	85 Zur Kontrolle bestellt
Auffällige		62	
Summe total		265	

Bei der Aufschlüsselung der Ergebnisse verfahren wir wie bei den Karten des Audiometers der Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung, wobei hervorgehoben werden kann, daß ein Vergleich der beiden Höruntersuchungen dadurch erleichtert wurde, daß man diesmal audiometrisch ermittelte Kurven miteinander vergleichen konnte. Die oszillierend verlaufenden Markierungen aus dem Audiomobil wurden ja früher für jede Prüffrequenz gemittelt und dann eine Kurve eingezeichnet.

Diesmal bestätigte sich der bei der Reihenuntersuchung festgestellte Verdacht auf eine Lärmschwerhörigkeit bei allen 62 nachuntersuchten Arbeitern. Um genauere Auskünfte über das Ausmaß der Übereinstimmung der jeweiligen Hörschwellenwerte zu erhalten, untergliederten wir wiederum in drei Untergruppen mit a) einer Bestätigung des Verdachts auf eine c^5 -Senke bei ungenauen Angaben, b) einer guten Übereinstimmung und c) einer völligen Übereinstimmung zwischen den audiometrisch ermittelten Kontrolluntersuchungen und den Reihenuntersuchungen (s. Abb. 15a, b).

Der Verdacht auf eine Lärmschwerhörigkeit wie unter a) fand sich in 4 = 6 % der Fälle bestätigt. Von einer guten Übereinstimmung konnten wir in 14 = 23 % der Fälle sprechen, während bei 44 von 62 Probanden also 71 % eine völlige Übereinstimmung vorlag.

Abb. 13

Übersichtstabelle

Gegenüberstellung der audiometrisch ermittelten Hörschwellenwerte mit den im 5-Kabinen-Audiomobil ermittelten Audiogrammen.

Verdacht auf c⁵-Senke nicht bestätigt, obwohl exakte Angaben auf der Karte

Verdacht auf c⁵-Senke bestätigt, obwohl Gerät nicht richtig bedient

Gute Übereinstimmung

Völlige Übereinstimmung

Summe total

0

4 = 6

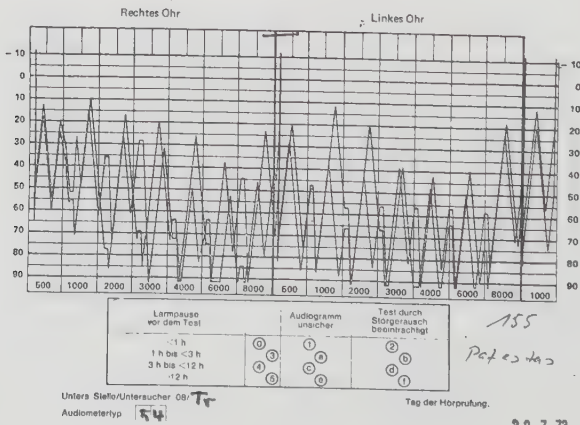
14 = 23

44 = 71

62

Abb. 14

Unverwertbare Testkarte aus dem 5-Kabinen-Audiomobil



Rechtes Ohr

Linkes Ohr

500 1000 2000 3000 4000 6000 8000 1000

500 1000 2000 3000 4000 6000 8000 1000

0 10 20 30 40 50 60 70 80 90

0 10 20 30 40 50 60 70 80 90

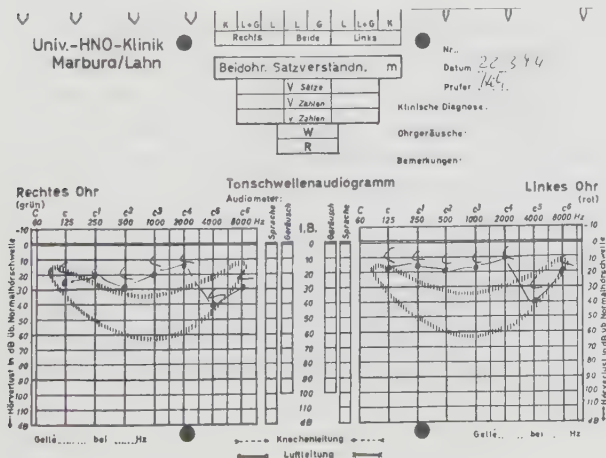
Lärmphase vor dem Test	Audiogramm unsicher	Test durch Störgeräusch beeinträchtigt
1 h 1 h bis < 3 h 3 h bis < 12 h > 12 h	(0) (3) (4) (5)	(2) (3) (4) (1)

Unters Stelle/Untersucher: OBr

Audiometertyp 53

Tag der Hörprüfung.

Kontrolluntersuchung, Hörschwellenwerte zugehörig zu
in Abb. 13a gezeigten Hörschwellendarstellung



V. Diskussion

1) Unsere audiometrischen Untersuchungen in zwei Eisen-gießereibetrieben zeigen einen hohen Anteil Lärmschwerhöriger (beginnende bis hochgradige Schwerhörigkeit) am Gesamt-personal.

2) Dieser hohe Prozentsatz und die Tatsache, daß die Untersuchten die Schwerhörigkeit erst relativ spät bewußt wahrnehmen, stellt zwingend die Forderung zur Frühdagnostik. Der Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften hat diesem von mehreren Seiten ausgehenden Drängen folgend in der Unfallverhütungsvorschrift (UVV) "Lärm" mit Wirkung vom 1. Dezember 1974 vorgeschrieben, daß eine Eignungsuntersuchung bei Einstellung bzw. Umbesetzung innerhalb des Betriebes und in gewissen Abständen Überwachungsuntersuchungen durchzuführen sind.

Speziell auf Überwachungsuntersuchungen bezugnehmend, ergibt sich die Notwendigkeit, einfache preiswerte Untersuchungsgeräte zur Verfügung zu stellen, die folgende Bedingungen erfüllen sollten:

- a) daß möglichst wenig Personal zur Bedienung bzw. Überwachung des Hörtests notwendig wird
- b) daß eine leichtverständliche Bedienungsanleitung vorliegt
- c) daß der Proband damit das Gerät selbst bedienen kann
- d) daß die Handhabung einfach ist
- e) daß eine Umstellung vom automatischen Hörtestablauf auf manuelle Einstellung möglich sein sollte
- f) daß die Geräte in ihren Ausmaßen klein sind und somit wenig Platz beanspruchen
- g) daß sie preiswert sind.

Im Idealfall würde als Antwort auf unsere Forderung ein Gerät stehen, welches gänzlich ohne Bedienungs- bzw. Überwachungspersonal auskommt und somit einzig mittels der Beschreibung benutzt werden könnte. Das Audiometer der

Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung ist wohl für diese Bestimmung konzipiert worden, kann die in es gesteckten Anforderungen jedoch nicht ganz erfüllen.

Aus unseren Untersuchungsunterlagen der beiden Eisen- gießereien geht hervor, daß 62 von 152 Testkarten nicht für eine Nachkontrolle in Frage kamen. Als gesichert erscheint dabei, daß von diesen 62 Probanden ca. 21 % den Hörtest nicht korrekt durchführten.

Diese Zahlen werden in ein anderes Licht gerückt, wenn wir uns folgende Beispiele vor Augen halten:

Von 100 intelligenten Personen (Ärzte, Professoren, Lehrpersonen) haben ohne mündliche Erklärung nur 14 nach eingehendem Studium der Anleitung den Test beim ersten Mal richtig durchgeführt.

58 Personen beendeten den Test richtig nach dem zweiten Versuch, 28 Personen benötigten drei Versuche.

Von 20 Vergleichspersonen aus demselben Berufskreis haben 14 nach mündlicher Anleitung beim ersten Mal den Test richtig durchgeführt, 6 Personen benötigten zwei Versuche.

Um die Brauchbarkeit des Gerätes bei Schulreihenuntersuchungen zu prüfen, wurden:

36 Kinder im Alter von 6-7 Jahren (1.Schuljahr-Normalschule) nach vorheriger genauer mündlicher Erläuterung getestet.

Der Testablauf wurde zweimal aufeinander wiederholt, wobei der Versuchsleiter das Gerät nach Angaben des Prüflings bediente.

Bei den 36 Kindern waren die Ergebnisse in 11 Fällen bei beiden Prüfungen übereinstimmend und konnten auch durch Nachtestung bestätigt werden (Verdachtsfall = 1).

Bei einem Durchgang ohne Hilfsperson waren sämtliche Ergebnisse nicht zu gebrauchen. Die Kinder faßten den gesamten Testvorgang als ein fröhliches Spiel auf, drückten wahllos die Knöpfe und konzentrierten sich nicht (gegenseitige Ablenkung).

54 Kinder im Alter von 10-11 Jahren:

Der Testablauf wurde zweimal hintereinander wiederholt, wobei der Versuchsleiter das Gerät nach Angabe des Prüflings bediente. Von 54 Kindern waren die Ergebnisse von 41 Fällen übereinstimmend und konnten durch Nachkontrolle bestätigt werden (Verdachtsfälle = 2).

Bei einem Durchgang ohne Hilfsperson waren in 25 Fällen die Ergebnisse mit den vorhergehenden Prüfungen übereinstimmend.

63 Kinder im Alter von 12-13 Jahren:

Der Test wurde ohne mündliche Erklärung der Apparatur durchgeführt. Die Prüflinge waren nur auf die schriftliche Anleitung angewiesen.

Beim ersten Durchgang konnten nur zwei Kinder richtige Ergebnisse aufweisen, die sich später bestätigen ließen. 12 Kinder fanden sich beim zweiten Versuch zurecht und 49 Kinder benötigten drei Durchgänge, wobei sie aber in den Zwischenzeiten von ihren Schulkameraden entsprechend aufgeklärt wurden. Bei einem Durchgang, wobei die Hilfsperson die Anleitungen gab, konnten 55 zufriedenstellende Ergebnisse erreicht werden.

Bei der Schulentlassungsuntersuchung wurden 88 Kinder im Alter von 14-15 Jahren getestet. Der Test wurde ohne mündliche Erklärung der Apparatur durchgeführt. Die Prüflinge waren nur auf die schriftliche Anleitung angewiesen.

Beim ersten Durchgang waren 33 Schüler mit dem Gerät ohne Hilfsperson zurechtgekommen. 12 davon wollten freiwillig ein zweites Mal den Test durchführen, um sich selbst zu kontrollieren. 39 Schüler benötigten zwei Durchgänge und 16 Schüler kamen erst beim dritten Mal zurecht. Die Ergebnisse konnten bei einer anschließenden Prüfung nachkontrolliert werden.

Uns erscheint es somit notwendig, den Ablauf des Hörtests von einer Person erklären zu lassen. Dabei könnte es sich um einen Werksarzt bzw. eine eingewiesene Hilfskraft oder in Schulen um eingearbeitete Lehrer handeln.

Man sollte es jedoch nicht nur bei der mündlichen Unterweisung belassen, sondern jedem Probanden zusätzlich eine schriftliche Anleitung zum Hörtest in die Hand geben, die folgendes Aussehen haben könnte:

Am Kopf der Beschreibung sollte die Darstellung des Bedienungspultes des Audiometers stehen (s. auch Abb. 16)

Bedienungsanleitung

Testergebnisse

- | | | | |
|-----------------------------|----|------|------------------------|
| 1. Kopfhörer aufsetzen, | Hz | 500 | Fallen zwei und mehr |
| linkes Ohr - blauer Hörer | Hz | 1000 | der roten oder blauen |
| rechtes Ohr - roter Hörer. | Hz | 2000 | Lichtzeichen aus, |
| 2. Starttaste drücken. | Hz | 4000 | besteht ein Verdacht |
| 3. Hören Sie den Ton links, | Hz | 6000 | auf Schwerhörigkeit. |
| blaue Taste drücken. | | | Es wird geraten, einen |
| Hören Sie den Ton rechts, | | | Ohrenarzt aufzusuchen. |
| rote Taste drücken. | | | |

(blau)

Start

(rot)

Als erstes wird der Kopfhörer aufgesetzt und auf seinen ordentlichen Sitz hin überprüft. Dabei muß die blaue Muschel auf dem linken, die rote Muschel auf dem rechten Ohr sitzen ! Blauer Hörer und blauer Punkt (Drucktaste) auf dem Audiometer befinden sich jetzt auf EINER, also der linken Seite, entsprechend die beiden roten auf der rechten Seite.

Jetzt wird die Taste für "Start" gedrückt. Hierauf ertönen automatisch und in unterschiedlicher Reihenfolge entweder im linken oder im rechten Ohr Töne in 5 verschiedenen Frequenzen, d.h. verschieden hohe und tiefe Töne. Wenn man einen Ton auf dem jeweiligen Ohr gehört hat, drückt man die entsprechende Taste:

Linkes Ohr - linke (blaue) Taste

Rechtes Ohr - rechte (rote) Taste.

Der nächste Ton kommt dann automatisch von selbst.

Wenn der Versuch abgelaufen ist, leuchten in der Mitte Lämpchen auf. Hat man alle Töne gehört und immer die Tasten gedrückt, dann leuchten alle 10 Lämpchen auf. Hat man irgendwelche Töne (Frequenzen) nicht wahrgenommen, dann bleibt das entsprechende Lämpchen dunkel. Jetzt kann man auf den Testkarten, die man über die Lämpchen legen kann, diejenige (n) ankreuzen, die nicht aufgeleuchtet haben.

Der erste Test soll zum Eingewöhnen sein, deshalb auf jeden Fall einen zweiten durchführen und auf den Karten bitte markieren, ob es sich um den ersten oder den zweiten* Test handelt !

Wie schon oben aufgeführt, sollte der Test zweimal durchgeführt werden, um einen möglichst hohen Genauigkeitsgrad zu erreichen.

Ein Testablauf mit brauchbaren Ergebnissen setzt beim Probanden eine relativ gute Auffassungsbereitschaft für die Frequenzen und deren zeitlichen Ablauf voraus. Wir möchten hier fordern, daß ein Prüftön mindestens drei Sekunden hörbar sein muß.

Um ein Gerät wirklich umfassend einsetzen zu können, muß man auch Gruppen von Sonderschülern einbeziehen können.

Bei 36 Schülern einer Sonderschule für Lernbehinderte im Alter von 8-14 Jahren wurde der Test nach mehrmaliger mündlicher Anleitung mit Hilfe des Versuchsleiters durchgeführt. Hierbei konnte nach fünfmaliger Wiederholung bei 11 Schülern ein Ergebnis erzielt werden, das sich annähernd mit dem Ergebnis einer Nachprüfung vergleichen ließ.

Hierbei scheint sich die Notwendigkeit aufzuzeigen, die Audiometer vom automatischen Betrieb auf manuelle Bedienung umstellen zu können. Das würde bedeuten, daß z.B. die Hörbarkeit der Prüffrequenzen verlängert werden

und auch der zeitliche Wechsel innerhalb der einzelnen Frequenzen verändert werden könnte.

Von den Außenmaßen her erscheint das vorgestellte Audiometer ideal. Die Standortfrage dagegen wirft neue Probleme auf. Zwar kann man unter Berücksichtigung des Außenlärmpegels Schalldrucke zwischen 40 und 60 dB vorwählen, man wird jedoch nie auf einen speziellen schallgeschützten Untersuchungsraum verzichten können, in dem der Lärmpegel, wie schon früher ausgeführt, die 55-dB-Grenze nicht überschreiten kann (BRANDES).

3) Wann sollten Untersuchungen stattfinden ?

a₁) Aus Gründen einer Beurteilung der Tauglichkeit eines Arbeiters im Lärm zu arbeiten, sollte vor der Einstellung eine genaue audiometrische Untersuchung stattfinden, um zum einen zu erkennen, ob etwa schon eine Schwerhörigkeit vorliegt (evtl. einohrig) und zum anderen, um Unterlagen für einen späteren Rentenanspruch zu haben.

a₂) Da wir in einer ganzen Reihe von Fällen (spez. bei Ausländern) feststellen konnten, daß schon nach relativ kurzer Arbeitszeit im Lärm - teilweise weniger als 5 Jahre - eine ausgeprägte c⁵-Senke erkennbar war, schlagen wir regelmäßige Kontrollen an einfachen Geräten in Abständen von ca. 6 Monaten vor. Diese Untersuchungen sollten zur Pflicht gemacht werden, die Kontrollkarten der G-Kartei beigelegt werden.

a₃) Vor dem Ausscheiden aus dem Betrieb sollte eine nochmalige genaue audiometrische Untersuchung stattfinden.

b) Um möglichst frühzeitig breite Bevölkerungsschichten einer vorsorglichen Gehörkontrolle zuzuführen, sollten Reihenuntersuchungen schon in der Schule durchgeführt werden. Hier wird dann die Frage aufgeworfen, in welcher Altersstufe man sinnvolle Untersuchungen durchführen könnte. Um die Brauchbarkeit des Gerätes zu prüfen, wurden 36 Kinder im Alter von 6-7 Jahren getestet. Ohne Hilfsperson

waren sämtliche Ergebnisse unbrauchbar. Bei zwei Testdurchgängen mit Hilfspersonen waren die Ergebnisse in nur 11 Fällen übereinstimmend.

Bei 54 Kindern im Alter von 10-11 Jahren waren die Ergebnisse schon in 41 Fällen nach zweimaligem Durchgang mit Hilfsperson übereinstimmend und konnten durch eine Nachkontrolle bestätigt werden.

Bei 63 Kindern im Alter von 12-13 Jahren konnten nach Anleitung 55 zufriedenstellende Ergebnisse erzielt werden.

Uns erscheint es durchaus als sinnvoll, ab 10.-12. Lebensjahr unter Anleitung einer Hilfsperson regelmäßig Reihenuntersuchungen durchzuführen.

4) Ein Schwerpunkt aller Bemühungen sollte auf die Prophylaxe gelegt werden, der wegen der fehlenden Therapiemöglichkeit und einer eingeschränkten Rehabilitationsmöglichkeit bei Lärmschwerhörigkeit eine entscheidende Rolle zufällt. Drei Forderungen sind vor allem zu nennen:

- a) Lärmdämpfung in den Betrieben
- b) Hörschutz und Lärmpausen
- c) Intensive Aufklärung

Zu a) In Betrieben zahlreicher Branchen ist eine hohe Lärmintensität zu verzeichnen, weil oft mit großen, d.h. meist auch lauten Produktionseinheiten gearbeitet wird. Bislang wurde auf geräuschkämpfende Maßnahmen nur geringer Wert gelegt. Daß eine solche Senkung des Lärmpegels technisch möglich und wirtschaftlich vertretbar ist, zeigt, um nur ein Beispiel zu nennen, das in Kalmar/Schweden neuerrichtete Volvo-Werk, in dem an keinem Arbeitsplatz der Geräuschpegel die 85-dB-Marke überschreitet.

Zu b) Ein geeigneter Hörschutz wird immer ein großes Problem darstellen. Die Industrie bietet einen breiten Fächer von Hörschutzmöglichkeiten an wie Ohrstöpsel, spezielle Watte oder Ohrschützer, um nur einige aufzuzählen. In unseren Gesprächen mit den betroffenen Arbeitern konnten

wir jedoch immer wieder die gleichen Klagen hören:

Das Tragen der Schützer führt zu Kopfschmerzen, zu Dröhnen im Kopf, zu Schwindel, sie seien ganz einfach unbequem. Speziell die Watte sei unpraktisch, da sie schwierig wieder aus dem Gehörgang zu entfernen sei. Außerdem vermissen die Betroffenen die Möglichkeit, sich während der Arbeit mit einem Kollegen unterhalten zu können. Wir konnten in den besuchten Betrieben feststellen, daß praktisch kein Gehörschutz Anwendung findet.

Zu c) Somit drängt sich die Notwendigkeit auf, die Arbeitnehmer eindringlich über die Gefahren einer Schädigung ihres Gehörs zu informieren und sie auf die Möglichkeiten hinzuweisen, sich vor bleibenden Schäden zu bewahren. Besonderer Wert sollte darauf gelegt werden, daß die Arbeitnehmer pflichtgemäß die Gelegenheit ausnutzen, ihr Hörvermögen zu testen.

Mit dem Audiometer aus Köln wurde eine Einrichtung geschaffen, mittels derer jeder Proband selbständig und frei von irgendwelchen Hemmungen sein Hörvermögen testen kann. Denn gerade hierbei entfällt unseres Erachtens die für viele wohl psychologisch erklärbare Zurückhaltung, sich bei gesundheitlichen Untersuchungen beobachtet zu fühlen oder ob eines möglichen Gebrechens geringschätzig behandelt zu werden.

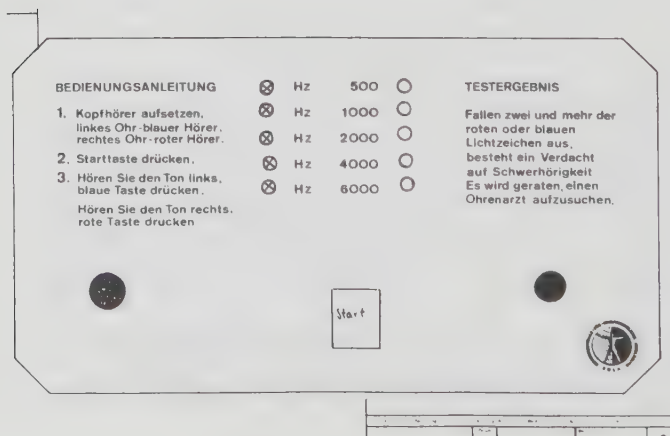
Leider nutzten nur $152 = 11,8 \%$ der Gesamtbelegschaft der beiden Eisengießereibetriebe die Gelegenheit aus, sich mit dem Audiometer selbst zu testen. Hierbei sollte jedoch nicht unberücksichtigt bleiben, daß in beiden Hütten im Akkord gearbeitet wird, und somit viele dem Test fernblieben, um keine finanziellen Einbußen zu erleiden. Im 5-Kabinen-Audiomobil wurden $265 = 20,5 \%$ Arbeiter der Gesamtbelegschaft untersucht.

Die zwingend notwendigen und regelmäßigen Kontrolluntersuchungen vom Anfang des Beschäftigungsverhältnisses an

unterstreicht die Feststellung, daß ca. 20 % der Beschäftigten, von denen uns die Unterlagen aus den Hörtests zur Verfügung standen, innerhalb der ersten 10 Jahre und davon mehr als die Hälfte schon innerhalb der ersten 5 Jahre eine beginnende, aber doch schon manifeste Lärmschwerhörigkeit aufweisen (Tabelle s. Anhang).

Den bei weitem größten Anteil derer, die neu im Betrieb aufgenommen werden, stellen ausländische Arbeitskräfte dar. Bei den uns vorliegenden Ergebnissen macht der Anteil der Ausländer, die innerhalb der ersten 5 Arbeitsjahre eine ausgeprägte c⁵-Senke erkennen lassen, 92 % aus. Bei einer Quote von 21 % beim Audiometer/Köln oder gar 47 % im 5-Kabinen-Audiomobil nicht verwertbarer Testunterlagen müssen wir die Forderungen unterstreichen, daß die Bedienungsanleitungen noch ausführlicher und verständlicher verfaßt werden.

Abb. 16. Darstellung des Bedienungspultes des automatischen Audiometers.



VI. Zusammenfassung

In letzter Zeit wurde eine stark zunehmende Anzahl durch Lärm hörgeschädigter Personen festgestellt.

Deshalb ist es zwingend notwendig, durch Früherfassung einer möglichen Schädigung vorzubeugen.

Zu diesem Zweck brauchen wir ein Gerät, welches einen geringen personellen Aufwand erfordert, technisch leicht zu handhaben ist und vor allem wenig Zeit zur Kontrolluntersuchung erfordert.

Aus den obengenannten Forderungen erscheint uns das automatische Audiometer der Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung beachtenswert.

Es kann als Testgerät zur Auslese Verwendung finden z.B. bei Schulkindern und hier zweckmäßigerweise vom 10. - 12. Lebensjahr ab zur regelmäßigen Kontrolle, bei Schulentlassungsuntersuchungen, bei Reihenuntersuchungen in Betrieben, bei Berufsgenossenschaften, aber auch bei Gelegenheiten wie Kongressen, beim ADAC bzw. A.v.D. oder auch bei Anlässen wie dem Hessentag.

Das vorgestellte Audiometer erscheint uns für solche Zwecke beachtenswert, da es handlich, preiswert und nach unseren Erfahrungen genau genug ist.

VIII

ANHANG

Höruntersuchte insgesamt	417
Deutsche davon insgesamt	185
Ausländer davon insgesamt	232

Fetestet mit dem Audiometer/Köln	152	davon Deutsche	131
		davon Ausländer	21
Getestet mit dem Audiomobil/Mainz	265	davon Deutsche	101
		davon Ausländer	164

Getestet mit dem Audiometer/Köln	152	Gießerei I	67
		Gießerei II	85
Getestet mit dem Audiomobil/Mainz	265	Gießerei I	66
		Gießerei II	199

<u>Gießerei I</u>	Audiometer/Köln			
Unauffällige		37		
Gerät falsch bedient	Deutsche	3	40	Vorausgesondert
	Ausländer	0		
Urlaub, krank, entlassen		4	27	Zur Kontrolle bestellt.
Auffällige		23		
Summe total		67		

Gießerei II Audiometer/Köln

Unauffällige	12		
Gerät falsch bedient	5	22	Vorausgesondert
Ausländer	5		
Urlaub, krank, entlassen	17	63	Zur Kontrolle bestellt
Auffällige	46		
Summe total	85		

Gießerei I Audiomobil/Mainz

Unauffällige	19		Vorausgesondert
Gerät falsch bedient	2	40	
Ausländer	19		
Urlaub, krank, entlassen	7	26	Zur Kontrolle bestellt
Auffällige	19		
Summe total	66		

Gießerei II Audiomobil/Mainz

Unauffällige	77		
Gerät falsch bedient	13	130	Vorausgesondert
Ausländer	50		
Urlaub, krank, entlassen	16	59	Zur Kontrolle bestellt
Auffällige	43		
Summe total	199		

Vergleich der Hörtests - Audiometer/Köln

Zeichenerklärung

Verdacht auf c⁵-Senke nicht bestätigt, obwohl exakte Angaben auf der Karte

Verdacht auf c⁵-Senke bestätigt, obwohl falsch bedient 0

Gute Übereinstimmung 0 0

Völlige Übereinstimmung 0 0 0

Deutsch - D Ausländer - A

Person	Alter	Arbeit im Lärm in Jahren	Beruf/Arbeits- platz	Vergleich der Tests	Nation.
--------	-------	-----------------------------	-------------------------	------------------------	---------

Gießerei I

1) E.H.	61	16,5	Emaillierer	0	D
2) F.H.	39	14	Former	0 0 0	D
3) B.W.	49	11	Gießerei	0 0 0	D
4) F.G.	36	14	Putzer	0 0	D
5) E.P.	52	13	Kraftfahrer	0 0	D
6) J.H.	43	28	Gießer	0	D
7) H.K.	53	25	Former	0	D
8) K.F.	43	6/16	Schleifer/Putzer	0 0	D
9) K.A.	43	29	Schlosser	0 0 0	D
10) L.R.	64	41	Schlosserei	0	D
11) M.P.	38	24	Gießerei	0 0 0	D
12) P.T.	43	24	Former	0 0 0	D
13) O.L.	50	15	Former	0 0 0	D
14) S.J.	52	8	Putzer	0	D
15) S.P.	57	20/8	Bergbau/Stapel- fahrer	0 0 0	D
16) S.P.	50	6/18	Steinmetz/ Schmelzer	0	D
17) U.G.	26	12	Putzerei	0	D
18) W.J.	61	24	Emaillierer	0 0 0	D
19) W.F.	54	20	Stapelfahrer	0 0	D
20) W.F.	60	23	Putzerei	0 0 0	D
21) Z.H.	47	2/25	Hochofen	0 0 0	D

Person	Alter	Arbeit im Lärm in Jahren	Beruf/Arbeits- platz	Vergleich der Tests	Nation.
--------	-------	-----------------------------	-------------------------	------------------------	---------

Gießerei II

1) B.G.	38	10	Putzerei	-	D
2) B.E.	49	36	Putzer	0 0 0	D
3) B.H.	48	33	Gießerei	0 0 0	D
4) B.H.	55	14	Former	0 0	D
5) B.H.	44	21/10	Nieter/Schleifer	0 0 0	D
6) B.K.	50	36	Gießer	0 0	D
7) B.F.	54	14	Formerei	-	D
8) B.H.	46	11	Schlosser	0 0	D
9) F.H.	31	8/8	Bergbau/Gießer	0 0 0	D
10) F.A.	56	18	Gießerei	0 0	D
11) E.H.	53	25	Hilfsarbeiter	0	D
12) J.A.	35	10	Schleifer	0	A
13) J.A.	62	25	Formerei	0	A
14) J.D.	41	17	Schleifer	0 0	A
15) H.G.	60	26	Kaufm.Angest.	0 0 0	D
16) H.A.	34	15	Stapelfahrer	0	D
17) H.L.	64	49	Gießer	0 0 0	D
18) H.H.	52	23	Former	0 0 0	D
19) J.M.	42	3/10	Kesselschmied	0	D
20) J.P.	34	13	Former	0 0 0	D
21) K.A.	46	23	Schlosser	0 0	D
22) K.H.	40	16	Schlosser	0 0 0	D
23) K.A.	61	36	Schlosser	0 0 0	D
24) L.E.	44	30	Formmeister	0 0	D
25) L.E.	53	20	Lagerarbeiter	0 0	D
26) M.R.	41	17	Former	0 0 0	D
27) O.J.	51	36	Former	0 0 0	D
28) O.A.	45	8/16	Bergbau/Putzer	0 0 0	D
29) P.H.	53	39	Kernmacherei	0 0	D
30) P.H.	53	38	Schlosser	0	D
31) P.H.	42	20	Kernmacherei	0 0	D
32) R.M.	40	14	Hilfsarbeiter	0 0	A
33) R.L.	41	17	Kernmacherei	0	D
34) R.M.	39	2/17	Waggonbau/Putzer	0 0	D
35) S.K.	53	10	Putzerei	0 0 0	D

Person	Alter	Arbeit im Lärm in Jahren	Beruf/Arbeits- platz	Vergleich der Tests	Nation.
36) S.R.	50	36	Former	0 0 0	D
37) S.I.	41	15	Kernmacherei	0 0 0	D
38) S.H.	55	28	Hilfsarbeiter	0 0 0	D
39) S.A.	62	17	Kernmacherei	0	D
40) S.J.	59	25	Kraftfahrer	0 0	D
41) S.D.	60	26	Kernmacherei	0 0 0	D
42) S.J.	34	8	Former	0	D
43) T.F.	46	17	Vorarbeiter	0 0	D
44) W.H.	63	37	Kernmacher	0 0	D
45) W.P.	54	28	Former	0	D
46) U.H.	37	11	Hilfsarbeiter	0 0	A

Vergleich der Hörtests - Audiomobil/Mainz

Person	Alter	Arbeit im Lärm in Jahren	Beruf/Arbeits- platz	Vergleich der Tests	Nation.
<u>Gießerei I</u>					
1) A.F.	62	9/29	Putzer	0 0 0	D
2) B.M.	44	23	Schleifer	0 0 0	D
3) C.J.	41	17	Putzer	0 0 0	D
4) D.M.	54	28	Kernmacher	0 0 0	D
5) F.J.	59	5/24	Bergbau/Gießer	0 0 0	D
6) J.H.	58	25	Schreinerei	0 0 0	D
7) K.O.	42	20	Former	0 0 0	D
8) K.K.	40	13	Putzer	0 0 0	D
9) K.H.	49	32	Former	0 0 0	D
10) K.J.	62	22	Schreinerei	0 0 0	D
11) M.W.	53	39	Kernmacherei	0 0	D
12) N.S.	49	5	Putzer	0	A
13) R.H.	27	6	Schleifer	0 0 0	D
14) S.J.	44	17	Former	0 0 0	D
15) S.T.	54	20	Schreinerei	0 0	D
16) W.R.	52	10	Putzer	0 0 0	A
17) K.F.	43	6/17	Schleifer/Putzer	0 0 0	D
18) S.J.	52	8	Putzer	0 0 0	D
19) S.P.	57	8/20	Bergbau/Stapel- fahrer	0 0 0	D

Person	Alter	Arbeit im Lärm in Jahren	Beruf/Arbeits- platz	Vergleich der Tests	Nation.
--------	-------	-----------------------------	-------------------------	------------------------	---------

Gießerei II

1) B.S.	46	5	Kernmacherei.	0 0 0	A
2) B.V.	48	5	Putzer	0 0 0	A
3) B.H.	53	39	Dreher	0 0 0	D
4) B.H.	45	23	Former	0 0 0	D
5) C.H.	42	23	Gießerei	0 0 0	D
6) D.S.	34	3	Formerei	0 0 0	A
7) D.H.	56	23	Formmeister	0 0 0	D
8) B.H.	45	31	Putzer	0 0 0	D
9) F.S.	32	4	Kernmacher	0 0 0	A
10) J.N.	42	3	Putzer	0	A
11) J.S.	39	4	Former	0 0	A
12) H.W.	49	35	Kernmacherei	0 0	D
13) K.H.	32	14	Kernmacher	0 0 0	D
14) J.J.	63	24	Putzerei	0 0	D
15) J.J.	36	4	Schleifer	0 0	A
16) J.S.	29	2	Putzerei	0 0	A
17) J.E.	54	26	Gießerei	0 0 0	D
18) K.A.	64	15	Kernmacher	0	D
19) K.K.	46	28	Former	0 0	D
20) K.J.	49	10/12	Bergbau/Kernm.	0 0 0	D
21) M.F.	44	27	Putzer	0 0 0	A
22) M.G.	34	4	Schleifer	0 0 0	A
23) P.J.	47	19	Gießerei	0 0 0	D
24) R.G.	40	14	Former	0 0 0	A
25) F.B.	35	11	Kernmacherei	0	D
26) S.F.	41	5	Putzer	0 0 0	A
27) S.H.	46	10/6	Schlosser/Kernm.	0 0 0	D
28) S.E.	38	23	Kernmacher	0 0	D
29) S.M.	50	14	Putzer	0 0 0	A
30) S.H.	40	27	Former	0 0 0	D
31) T.W.	51	8/17	Dreher/Gießer	0 0 0	D
32) T.G.	35	16	Former	0 0 0	D
33) V.R.	38	12	Kernmacher	0 0 0	A
34) W.H.	61	13	Tischler	0 0 0	D

Person	Alter	Arbeit im Lärm in Jahren	Beruf/Arbeits- platz	Vergleich der Tests	Nation.
35) Y.A.	36	2/5	Bergbau/Former	0 0	A
36) J.P.	34	19	Former	0 0 0	D
37) H.A.	61	30	Schlosser	0 0	D
38) H.L.	35	13	Formerei	0 0 0	D
39) H.H.	52	31	Formerei	0 0 0	D
40) P.H.	34	10	Kernmacher	0 0	D
41) S.K.	54	10	Putzerei	0 0 0	D
42) S.A.	62	20	Former	0 0	D
43) T.F.	46	28	Vorarbeiter	0 0	D

Arbeitszeit im Lärm bis zu x Jahren	Deutsche und Ausländer	davon nur Ausländer
- 5	12 = 9 %	11 = 92 %
-10	10 = 8 %	2 = 20 %
-15	24 = 19 %	5 = 20 %
-20	22 = 17 %	
-25	24 = 19 %	
-30	18 = 14 %	
über 30	19 = 15 %	

VII. Literaturverzeichnis

1. Beck, Chl. Kernveränderungen der Haarzellen nach Beschallung.
Arch.Ohr.-Nas.-u.Kehlk.hk.
167 (1955) 262
2. Beck, Chl. Reaktionen der Kerne der äußeren Haarzellen beim Meeresschweinchen auf adäquate Reize.
Arch.Ohr.-Nas.-u.Kehlk.hk.
170 (1956) 81
3. Beck, Chl. u.P.Beickert Morphologische Veränderungen an der Schnecke des Meeresschweinchens bei Sauerstoffmangel und Lärmbelastung.
Arch.Ohr.-Nas.-u.Kehlk.hk.
172 (1957) 238
4. Bekesy, G.v. DC potentials and energy balance of the cochlear partition.
J.acoust,Soc.Amer. 23 (1951)576
5. Bekesy, G.v. zit. n. LEHNHARDT
Die Berufsschäden des Ohres
Arch.Ohr.-Nas.-u.Kehlk.hk.
185 (1965) 71
6. Bernhardt, H. Berufsgenossenschaftliche Gehörvorsorge mit Audiomobilen
Zschr.Die Berufsgenossenschaft
5/74 196
7. Brandes, J.W. Die Bedeutung des Störschalls als Fehlerquelle bei schulaudio-metrischen Verfahren.
8. Cox, J.R. Noise in industry
Laryngoscope 68 (1958) 440
- 9.Dieroff, H.G. Über die Beziehung zwischen Ton und Geräusch in ihrer gehörschädigenden Wirkung
Arch.Ohr.-Nas.u.Kehlk.hk.
174 (1959b) 243
10. Dieroff, H.G. Beziehung zwischen Hörermüdung und bleibendem Hörschaden nach Lärmeinwirkung.
Arch.Ohr.-Nas.-u.Kehlk.hk.
174 (1959c) 408

II.

11. Dieroff, H.G. Die Lärmschwerhörigkeit in der Industrie.
Joh.Ambr.Barth, Leipzig, 1963
12. Dishoeck, H.A.E.van Lärmtaubheit
zit.n.Zbl.Hals-Nasen-u.Ohr.hk.
51 (1954/55) 130
13. Engström, H. u. Ades, W. Effect of high intensity noise on inner ear sensory epithelia
Acta oto-laryng.(Stockh.) 158
(1960)219
14. Friberg, L. A survey of noise levels in Swedish industries.
Johansson, B. u. Kylin, B. Int.Congr.occupat.Health 12(1957)6
15. Guild, St.R. zit. n. Lehnhardt
u.J.I.Crowe Die Berufsschäden des Ohres.
Arch.Ohr.-Nas.-u.Kehlk.hk.
185 (1965) 71
16. Hamberger, Ch. Cytochemical changes in the cochlear
u.Hyden, H. anglion caused by acoustic stimulation and trauma.
Acta oto-laryng. (Stockh.) 61 (1945)
17. Hammer, G. A quantitative cytochemical study of shock wave effects on spiral ganglion cells.
Acta oto-laryng. (Stockh.) Suppl. 127 (1956)
18. Igarashi, M., Cochlear pathology in humans with
H.F.Schuknecht, stimulation deafness.
E.N.Meyers J.Laryng. 78 (1964) 115
- 19) Kawato, S. On the origin of the c⁵-dip.
Acta otolaryngologica 52 (1960) 7
20. Klyskens, P. Influence pathogenique des traumatismes sonores.
Acta oto-rhinol. belg. 15 (1961)315
21. Klyskens, P. Influence de la teneur en DNA au niveau des cellules sensorielles et ganglionnaires après stimulation acoustique.
Acta oto-laryng. (Stockh.) 156
(1963) 192
22. Kraus, M. Ein Erklärungsversuch für die sogenannte c⁵-Senke.
Monatsschr.f.Ohrenh. 91 (1957) 214

III.

23. Lehmann, G. Der Kampf gegen den Lärm.
Dtsch.med.Wschr. 82 (1957) 465
24. Lehnhardt, E. Untersuchungen über die Entstehung
der c⁵-Senke.
Zschr.f.Lar./Rhinol./Otol. 39
(1960) 372
25. Lehnhardt, E. Lärmschwerhörigkeit und akutes
Schalltrauma.
HNO 11 (1963) 273
26. Lehnhardt, E. Die Berufsschäden des Ohres.
Arch.Ohr.-Nas.-u.Kehlk.hk. 185
(1965) 71
27. Lehnhardt, E. Die c⁵-Senke; ihre Deutung auf Grund
allgemeingültiger physiologischer
Vorstellungen.
HNO 14 (1966) 45
28. Meyer zum Gottesberge, A. Untersuchungen zur Pathogenese
der Hörsenken.
Arch.Ohr.-Nas.-u.Kehlk.hk. 175
(1959) 378
29. Meyer zum Gottesberge, A. Frequenzanalyse und Innenohrschwer-
hörigkeit.
Arch.Ohr.-Nas.-u.Kehlk.hk. 176
(1960a) 608
30. Neumann, G. Die Sensularien des Innenohres
u. K. Neubert unter der Einwirkung von Strepto-
mycin.
Arzneimittel-Forschung 8 (1958) 63
31. Neubert, K. zit. n. Lehnhardt: Die Berufs-
schäden des Ohres.
Arch.Ohr.-Nas.-u.Kehlk.hk. 185
(1965) 71
32. Ödmann, E. Der skandinavische Mensch in Ge-
werbe- und Industrielärm gemäß
Gesetz und Praxis.
Lärmbekämpfung 6 (1962) 130
33. Perlman, H.B. Cochlear blood flow in acoustic
u. R. Kimura trauma.
Acta oto-laryng. (Stockh.) 54
(1962) 99
34. Rauch Biochemie des Hörorgans.
G.Thieme (1964)

IV.

35. Rüedi, L.
u. W.Furrer Das akustische Trauma.
S.Karger 1947, Basel
36. Rüedi, L. Die Schallschädigung des Ohres
in Mensch und Umwelt.
Documenta Geigy (1957)
37. Schubert, K. Hörermüdung und Hördauer.
Z.Hals-Nasen-Ohrenhk. 51 (1944) 19
38. Spoendlin, H. Submikroskopische Veränderungen am
Cortischen Organ des Meerschwein-
chens nach akustischer Belastung.
Pract. oto-rhino-laryng. (Basel)
20 (1958) 197
39. Vosteen, K.H. Neue Aspekte zur Biologie und
Pathologie des Innenohres. *
Arch.Ohr.-Nas.-u.Kehlk.hk. 178
(1961) 1
40. Werner, Cl. F. Protoplasmakugeln im Cortischen
Organ bei experimenteller Schädigung.
Arch.Ohr.-Nas.-u.Kehlk.hk. 172
(1957/58) 221.

Herrn Professor Dr. Schönhärl danke ich für die Überlassung des Themas und seine Unterstützung bei der Ausarbeitung der Arbeit.

Danken möchte ich auch Herrn Dr. med. Bender und Herrn Dr. med. Kruse für ihre Hilfe bei der Durchführung der audiometrischen Untersuchungen.

Frl. Eichholzer schließlich danke ich für die Anfertigung der Bilder.

Meine akademischen Lehrer in Marburg waren die Herren
Professoren und Dozenten:

Ammon	Pantke
Dimroth	Petry
Haan	Pfütz
Havemann	Rodeck
Hennis	Rohen
Hering	Rosemann
Heuser	Salfeld
Hohorst	Seidel
Hort	Sekeris
Hupe	Siegert
Janke	Schiff
Karlson	Schimassek
Korb	Schmidt
Kühnel	Schnell
Mahr	Vogt
Mann	Walcher
Niemeyer	Witzel
Nöth	Zilliken

Lebenslauf

Als Sohn des Zahnarztes Dr. Wilhelm Hoffmann und dessen Ehefrau Elisabeth wurde ich am 30. August 1945 in Magdeburg geboren.

Nach vierjährigem Volksschulbesuch besuchte ich zunächst die Martin-Luther-Schule in Marburg und legte im Oktober 1966 das Abitur an der Steinmühle in Marburg/Cappel ab.

Direkt im Anschluß daran begann ich das Studium der Zahnheilkunde an der Philipps-Universität in Marburg und schloß mit dem Staatsexamen am 31.1.1972 ab.

Seit dieser Zeit arbeite ich in der Praxis meines Vaters. Zwischenzeitlich leistete ich den Grundwehrdienst von 15 Monaten bei der Bundeswehr als Stabsarzt ab.

